

**Aus dem Anatomischen Institut
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz**

Direktoren: Prof. Dr. A. Mayet, Prof. Dr. M. Watzka

**Die Gelenkflächengrößen
der Articulationes intervertebrales des Hundes**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz**

**vorgelegt von
Klaus-Detlev Wolfgang Gierke
aus Halle/Saale**

Mainz 1973

Aus dem Anatomischen Institut
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
Direktoren: Prof. Dr. A. Mayet, Prof. Dr. M. Watzka

Die Gelenkflächengrößen
der Articulationes intervertebrales des Hundes

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Hohen Medizinischen
Fakultät der Johannes Gutenberg-Universität zu Mainz

vorgelegt von
KLAUS-DETLEV WOLFGANG GIERKE
aus Halle/Saale

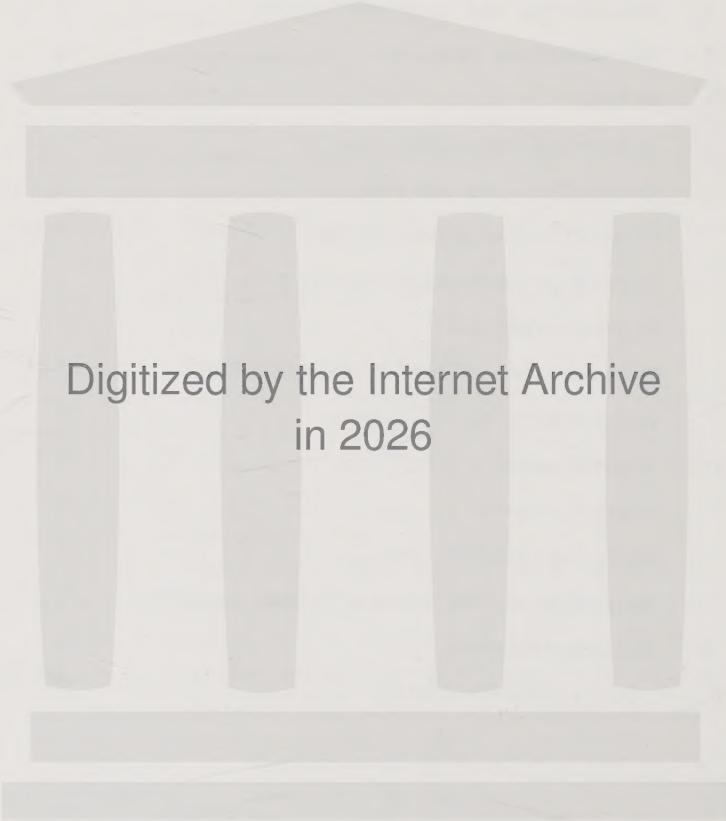
Mainz 1973



Dekan: Fachbereich 05 Prof. Dr. O. Harth
Referent: Prof. Dr. G. Müller
Korreferent: Prof. Dr. M. Watzka

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. Einleitung und Problemstellung	1
II. Material und Methode	2
III. Befunde	5
Gelenkflächengrößen Hund 1	5
Gelenkflächengrößen Hund 2	8
Gelenkflächengrößen Hunde 3, 4, 5	11
Vertikale Gelenkflächenabstände und Wirbelkörperhöhe	15
Horizontale Gelenkflächenabstände	19
Besprechung aller Kurven	21
IV. Statistische Auswertung	23
Korrelationen	23
Hauptfaktorenanalyse	27
Besprechung der statistischen Auswertung	32
V. Zusammenfassung	34
VI. Literaturverzeichnis	35



Digitized by the Internet Archive
in 2026

I. EINLEITUNG

Die Zwischenwirbelgelenke sind die wichtigsten Glieder, welche die Beweglichkeit der Wirbel, Wirbelsäulenabschnitte und der gesamten Wirbelsäule bestimmen. Während über die Stellung der Processus articulares umfangreiche Untersuchungen bekannt sind, sowohl speziell beim Menschen als auch vergleichend bei den Wirbeltieren, sind über die Gelenkflächengrößen keine Angaben zu finden. Dies ist erstaunlich, da die Beweglichkeit eines Gelenkes von der Gelenkflächengröße entscheidend beeinflusst wird, und außerdem aus dem Unterschied der Flächengröße der artikulierenden Flächen eines Gelenkes Rückschlüsse zu ziehen sind, ob eine dieser Flächen größeren Beanspruchungen bei der Bewegung ausgesetzt ist.

Nachdem diese Frage zunächst von STOFFT und MÜLLER (1971) an menschlichem Wirbelsäulenmaterial diskutiert worden ist, soll sich diese Untersuchung auf die Verhältnisse beim Hund beziehen.

Als typischer Vierfüßler hat der Hund eine vom Menschen völlig verschiedene Statik der Wirbelsäule. Vergleicht man die beim Menschen gewonnenen Ergebnisse mit denen des Hundes, so müssen Unterschiede zu erkennen sein, die nicht nur in der Form der einzelnen Wirbel, sondern auch in der Gelenkflächengröße und anderen Faktoren begründet sind. Die Untersuchungen an Wirbelsäulen des Hundes konnten sich daher nicht nur auf die Bestimmung der Gelenkflächengröße beschränken. Es mußte außerdem versucht werden, die verschiedenen gewonnenen Meßwerte nicht nur deskriptiv zu erfassen, sondern mit statistischen Methoden auszuwerten.

II. MATERIAL UND METHODE

Als Untersuchungsgut standen die mazerierten Wirbelsäulen von fünf männlichen Deutschen Schäferhunden (*canis familiaris*) zur Verfügung. Bezüglich des Alters und der Größe wurden die Hunde so ausgewählt, daß sie alle zwischen drei und vier Jahren alt waren und somit eine etwa gleich große Wirbelsäule hatten. Außerdem wurden nur solche Wirbelsäulen ausgewählt, bei denen die Anzahl der Brust- und Lendenwirbel, die beim Hund von Tier zu Tier verschieden sein kann, bis auf eine Ausnahme gleich war. Vermessen wurden von allen Hunden die sieben Halswirbel, dreizehn Brustwirbel und sieben Lendenwirbel.

Zur Bestimmung der Gelenkflächen, der Prae- und Postzygapophysen, die als *Facies articularis superior* s. *inferior* bezeichnet werden sollen, bedienten wir uns der von STOFFT und MÜLLER (1971) angegebenen Abdruckmethode. Dabei wird eine Aluminiumfolie derart auf die Gelenkfläche aufgedrückt, daß beim Abheben der Folie die Konturen der Gelenkfläche deutlich sichtbar werden und mittels einer feinen Schere ausgeschnitten werden können. Diese Abdruckmethode gewährleistet, daß selbst kleinste Vertiefungen beim Andrücken von der Folie erfaßt werden. Das Andrücken und Ausschneiden der Folie erfolgte stets von demselben Untersucher.

STOFFT und MÜLLER (1971) gehen bei ihrer Abdruckmethode davon aus, daß das ausgeschnittene Aluminiumplättchen genau der Gelenkflächengröße entspricht. Nach Wägung auf einer Waage lassen sich die Foliengewichte mit einem entsprechenden Faktor umrechnen und ergeben ein

genauerer Maß der Fläche, als es mit anderen Methoden möglich wäre. Die Wägungen der ausgeschnittenen Aluminiumplättchen wurden auf einer METTLER-Präzisionswaage (H 10 T) durchgeführt. Für den Umrechnungsfaktor wurde festgestellt, daß 14,368 mg 1 cm^2 der Aluminiumfolie entsprechen; die Werte der Gewichte sind also durch 14,37 zu dividieren.

Alle Messungen wurden jeweils rechts und links durchgeführt, wobei in den Diagrammen die Facies articularis sup. dextra s. sinistra als "obere Gelenkfläche rechts (links)", und die Facies art. inf. dextra s. sinistra als "untere Gelenkfläche rechts (links)" bezeichnet wurden. Die Bezeichnungen sind also auf die Lage am Wirbel bezogen, nicht auf das Gelenk.

Weiterhin wurden der äußerste Abstand zwischen den beiden oberen Gelenkflächen eines Wirbels ("horiz. oben") und der äußerste Abstand zwischen den beiden unteren Gelenkflächen eines Wirbels ("horiz. unten") gemessen.

An jedem Wirbel wurden ferner links und rechts die äußersten Abstände zwischen einer oberen und unteren Gelenkfläche bestimmt ("d-vert. links (rechts)"), sowie links und rechts die Höhe des Wirbelkörpers ("h-lat. links (rechts)").

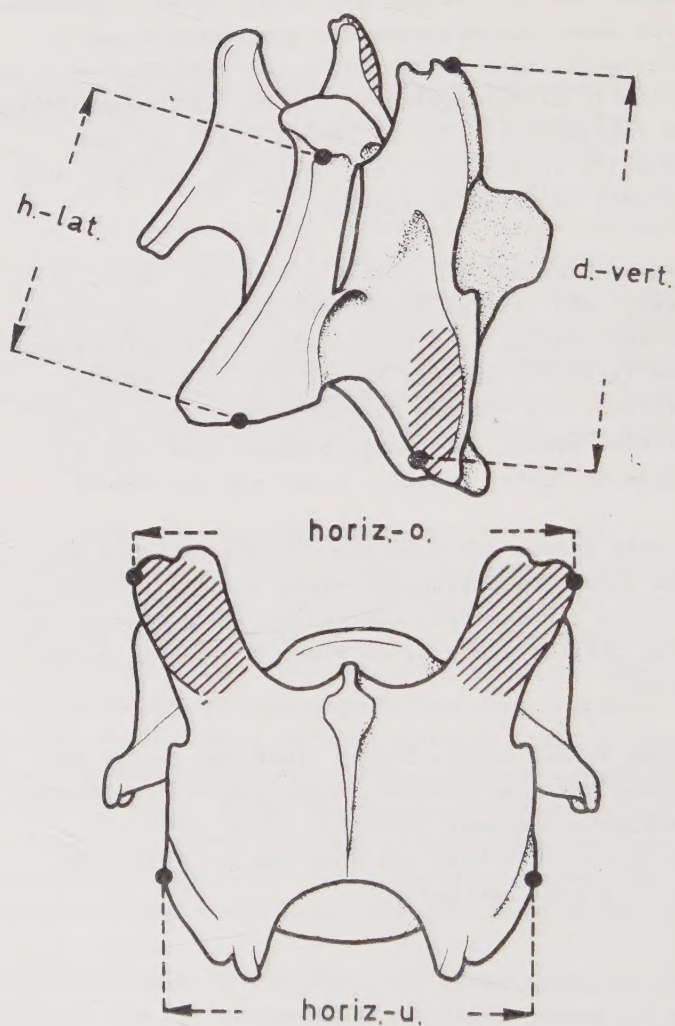


Abb. 1 Meßpunkte

III. B E F U N D E

Zur Erläuterung der Kurven-Abbildungen sei zunächst eine kurze einführende Bemerkung erlaubt. Die Zahlenblöcke der Abszisse entsprechen den Wirbeln. Wenn sich beispielsweise für die linke untere Gelenkfläche des fünften Halswirbels ein Meßwert von 4,7 mg ergab und für die mit dieser artikulierenden linken oberen Gelenkfläche des sechsten Halswirbels ein Meßwert von 5,7 mg, so wurden diese Zahlenwerte über der Abszissenmarkierung zwischen 5 und 6 in das Diagramm eingetragen. Dies entspricht auch der Lage des Intervertebralgelenks zwischen fünftem und sechstem Wirbel.

H u n d 1

Im einzelnen fällt bei der Betrachtung der linken Gelenkflächen von Hund 1 (Abb. 2) zunächst der große Flächenunterschied von Atlas und Epistropheus auf. Bis zum oberen Gelenk von C 5 sind die Gelenkflächenkurven annähernd parallel, um dann bei C 5 unten und C 6 oben plötzlich stark auseinanderzuweichen.

Im weiteren Verlauf nimmt die Gelenkflächengröße bis Th 3/4 stetig ab, wobei die obere Gelenkfläche stets etwas größer ist.

Von Th 3/4 bis Th 9/10 erscheinen die Gelenkflächen etwa gleich groß, wobei die Flächenunterschiede zwischen den Facc. art. sup. et inf. wechseln, insgesamt aber den Eindruck der Parallelität vermitteln.

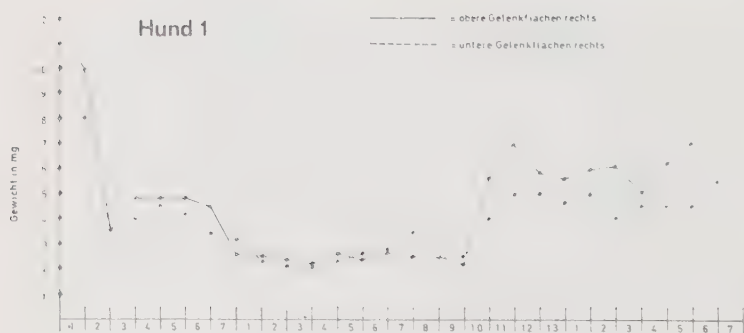


Abb. 2

Rein morphologisch entspricht Th 9/10 der Stelle, an der die Wirbel mit ihren überlangen Procc. spinales an die Wirbel mit den kürzeren, dafür breiteren Procc. spinales angeschlossen sind. Die obere Gelenkfläche steigt bis Th 12 stark an, fällt dann wieder leicht ab, hält sich aber 'plateauförmig' auf der zuvor erreichten Flächengröße. Die korrespondierende untere Gelenkfläche folgt zunächst dem starken Anstieg bei Th 9/10, erreicht jedoch nicht die Flächengröße der oberen Gelenkflächen. Von Th 9/10 bis L 6 zeigt sich zwischen der Kurve der oberen und unteren Gelenkflächen ein Flächenunterschied, der in der Verlaufsform der Gesamtkurve von Wirbel zu Wirbel annähernd gleich bleibt.

Die Gelenkflächengrößen entsprechen sich annähernd. Die Differenz der arithmetischen Mittel beträgt durchschnittlich $0,0069 \text{ cm}^2$. Die Einzelflächen-darstellung zeigt jedoch beträchtliche Unterschiede, z.B. im Halsbereich, wo rechts ein Flächenunterschied von C 2/3 bis C 6/7 gemessen wurde. Im Brustbereich wurde wie auf der linken Seite eine annähernde Flächenkonstanz und -gleichheit gemessen, die bis zu dem morphologisch wichtigen Punkt Th 9/10 geht.

Der plötzliche Anstieg der Kurven liegt rechts und links an der gleichen Stelle. Dies gilt für die Kurven der oberen als auch der unteren Gelenkflächen. Die Differenz der oberen und unteren Werte bleibt bis zum Ende der vermessenen Wirbelsaulenseite erhalten.

Vergleichen wir nun die Kurvenverläufe der rechten und linken Seite und versuchen eine gemeinsame Tendenz zu erkennen, so läßt sich nach dem Verlauf der Kurven der Gelenkflächengrößen aussagen, daß im Hals- und Lendenbereich zwei "Plateaus" mit jeweiligen Flächen-

differenzen zwischen den artikulierenden Gelenkflächen gebildet werden. Die Flächendifferenz im letzten Teil der Kurven ist erheblicher und stets am größten. Zwischen den beiden Plateaus ist ein "Tal". Die Wirbel haben hier nur kleine und annähernd gleich große Gelenkflächen.

Von Bedeutung erscheint die Feststellung, daß sich nach dieser Erfassung der Gelenkflächengrößen die klassische deskriptive Einteilung einer Wirbelsäule in Hals-, Brust- und Lendenteil nicht feststellen läßt. Das Ende des ersten Plateaus fällt mit der morphologisch faßbaren Veränderung der Halswirbel 6 und 7 zusammen. Hier vollzieht sich mit den plötzlich länger werdenden Procc. spinales der Übergang zum Brustwirbeltyp. Der Anfang des zweiten Plateaus korrespondiert mit dem an dieser Stelle beginnenden deutlichen Übergang zum Lendenwirbeltyp.

H u n d 2

Bei der Betrachtung der Gelenkflächenkurven von Hund 2 fällt auf der linken Seite (Abb. 3) zunächst wieder die große Flächendifferenz zwischen den oberen und unteren Gelenkflächen des Epistropheus auf. Dies ist mit der Besonderheit des Kopfgelenks zu erklären. Von C 2/3 an werden die Gelenkflächen und deren Differenzen zwischen oben und unten wieder größer, um im mittleren Halsbereich ein Maximum zu erreichen. Bei C 5/6 und C 6/7 fällt auf, daß hier das Verhältnis der Flächendifferenzen plötzlich umgekehrt wird, indem nämlich die korrespondierende untere Gelenkfläche plötzlich erheblich größer ist.

Das Ende des ersten Plateaus fällt aber auch hier

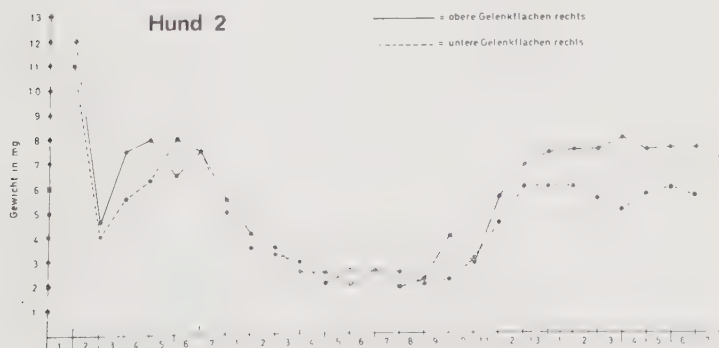
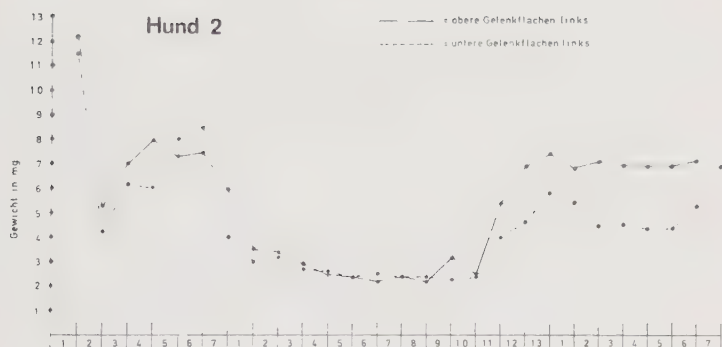


Abb. 3

mit der bei C 6 und C 7 vorhandenen Wirbeltypänderung zusammen. Das Tal im Brustbereich, beginnend bei Th 1, zeichnet sich durch kleine Gelenkflächen und annähernde Parallelität aus. Der plötzliche Anstieg bei Th 9, den man infolge der schon erwähnten Wirbeltypänderung erwartet, tritt zusammen mit der ebenfalls zu erwartenden Flächendifferenz ein, wird aber bis Th 10/11 noch einmal ins Gegenteil verkehrt, denn die korrespondierende untere Gelenkfläche ist der Flächenvergrößerung nicht gefolgt. Von Th 11 bis Th 13 unten vergrößern sich stetig die Gelenkflächen und deren Differenzen.

Der Verlauf der Kurven der unteren Gelenkflächen rechts und links zeigt, daß diese zunächst ansteigen, dann aber bei L 1 etwas abfallen, um schließlich am Sacrum fast die gleiche Flächengröße wie die obere Gelenkfläche zu erreichen.

Der Vergleich der Kurven der rechten mit den Kurven der linken Gelenkflächen zeigt im Prinzip das gleiche Bild. Unterschiedlich ist, daß rechts der Abfall vom ersten Plateau sich nicht so plötzlich vollzieht, sondern allmählicher vonstatten geht.

Auch bei Hund 2 ist der schon bei Hund 1 erkennbare Typ des Kurvenverlaufs erkennbar: sowohl deren Unterteilung in zwei Plateaus als auch ein Tal ist vorhanden. Auch bei Hund 2 fällt der Verlauf der Kurven der Gelenkflächen nicht mit den deskriptiven Regioneneinteilungen zusammen, vielmehr läßt sich erkennen, daß der Wirbeltyp mit der Gelenkflächengröße und deren plötzlichen Änderungen übereinstimmt.

H u n d 3, 4, 5

Die Kurven der Gelenkflächengrößen der Hunde 3, 4 und 5 (Abb. 4, 5, 6) lassen eine noch größere Ähnlichkeit untereinander erkennen als dies bei Hund 1 und 2 der Fall war.

Auch hier läßt sich im Halsbereich wieder der Anstieg der Flächengrößen und deren Differenzen von C 2/3 bis zu C 6/7 feststellen. Weniger ausgeprägt ist in diesen drei Fällen die Ausbildung eines Plateaus im Halsbereich. Aber sehr deutlich tritt auch hier wieder der Übergang zu der annähernden Parallelität des Tales im Brustbereich bei C 6/7 hervor.

Diese Parallelität, d.h. die fast vollkommene Übereinstimmung der Flächengrößen von oberer und unterer Gelenkfläche hält auch in diesen Fällen an bis zu dem schon oben erwähnten morphologisch erkennbaren Wechsel bei Th 9/10 vom Brustwirbeltyp zum Lendenwirbeltyp.

Die Ausbildung eines Plateaus im Lendenbereich kann besonders deutlich bei den Hunden 4 und 5 beobachtet werden, wo die Maße der jeweiligen oberen Gelenkflächen nur geringe Unterschiede aufweisen. Die Kurve der unteren Gelenkflächen folgt in allen drei Fällen zunächst dem plötzlichen Anstieg bei Th 9/10, um dann zurückweichend die darüberliegende Kurve "bauchig" zu unterfassen. Erst gegen Ende der vermessenen Wirbelsäulen nähern sich die Werte der korrespondierenden oberen und unteren Gelenkflächen wieder.

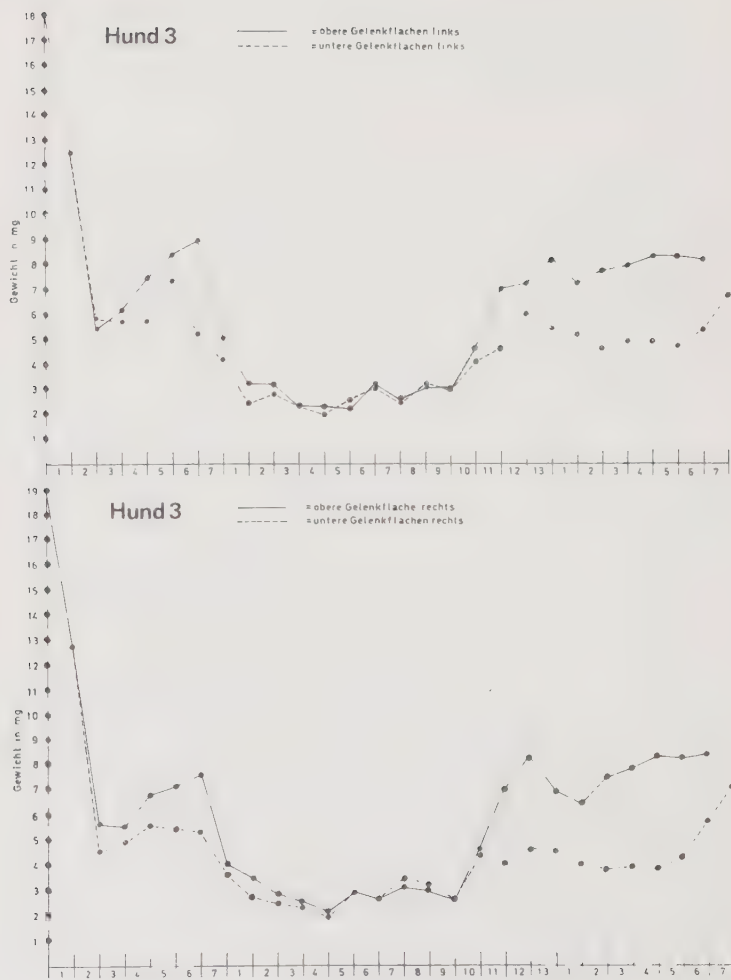


Abb. 4

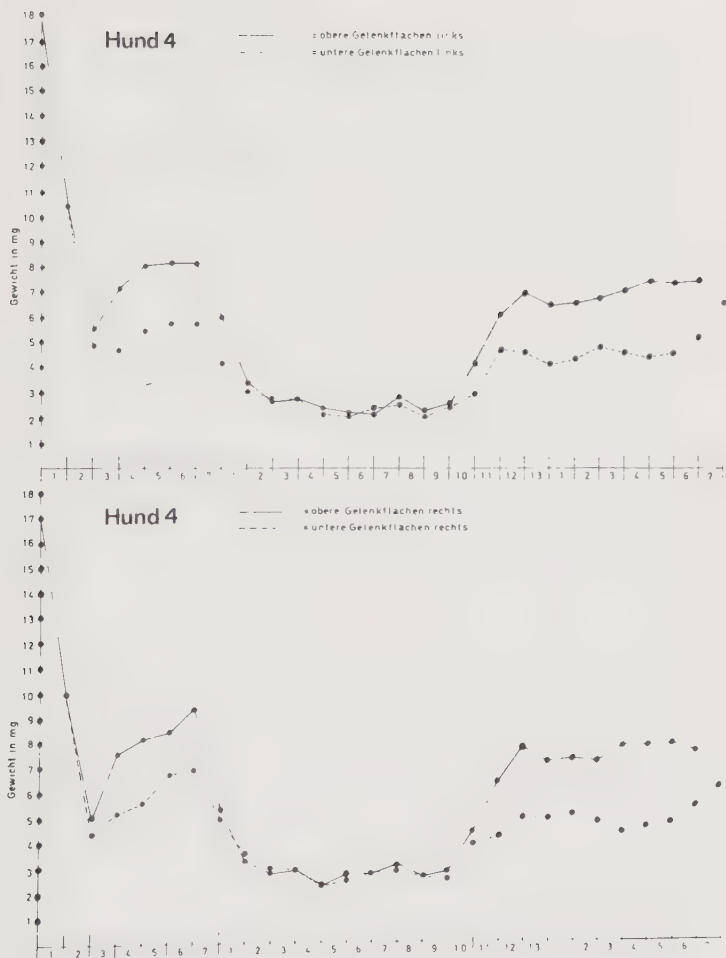


Abb. 5

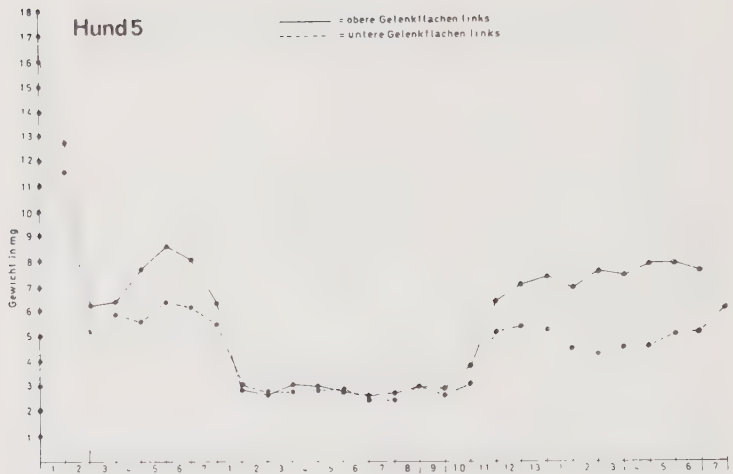


Abb. 6

Gelenkflächenabstände und Wirbelkörperhöhe

Den Kurven der Maße der äußersten Abstände zwischen oberer und unterer Gelenkfläche einer Wirbelseite kommt für sich allein gesehen sicher keine erhebliche Aussagekraft bezüglich der Abhängigkeit zum Verlauf der Gelenkflächenkurven zu, weil ja durch die Unterschiedlichkeit der Winkel, welche die Gelenkflächen zum Wirbelkörper bilden, kein exakter mathematischer Meßpunkt gefunden werden kann.

Die Werte können auf verschiedene Art erhalten werden, die bezüglich der zu erwartenden Kurvenverlaufsform nicht unerhebliche Unterschiede bringen können. Man kann z.B. durch die Mitte der oberen und unteren Gelenkfläche eine Linie legen und die Abstände parallel zu dieser Linie messen, andererseits kann man die Abstände parallel zur vertikalen Wirbelkörperachse messen.

Wir haben uns für die zweite Meßmethode entschieden, weil unserer Meinung nach dadurch ein besserer Vergleich bezüglich der zu erwartenden Korrelationen oder Abweichungen mit der ebenfalls vermessenen Wirbelkörperhöhe durchzuführen war. Beide Messungen wurden jeweils zusammen in ein Diagramm eingetragen.

Vergleicht man alle Kurven der fünf untersuchten Hunde (Abb. 7 und 8), so kann man zunächst erkennen, daß zwischen linker und rechter Seite kaum Unterschiede vorhanden sind, von einzelnen Abweichungen in den Verlaufsformen der Kurven der vertikalen Abstände abgesehen.

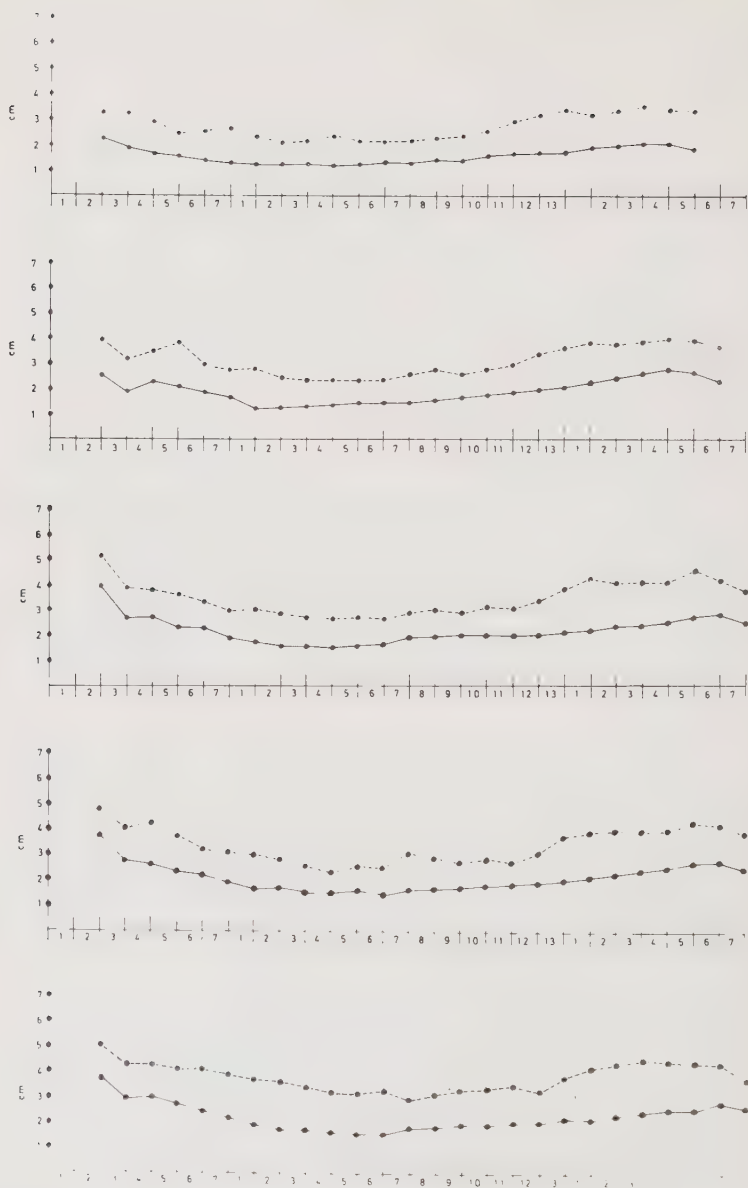


Abb. 7

Hund 1 - 5

----- = h-lat. links

- - - - = d-vert. links

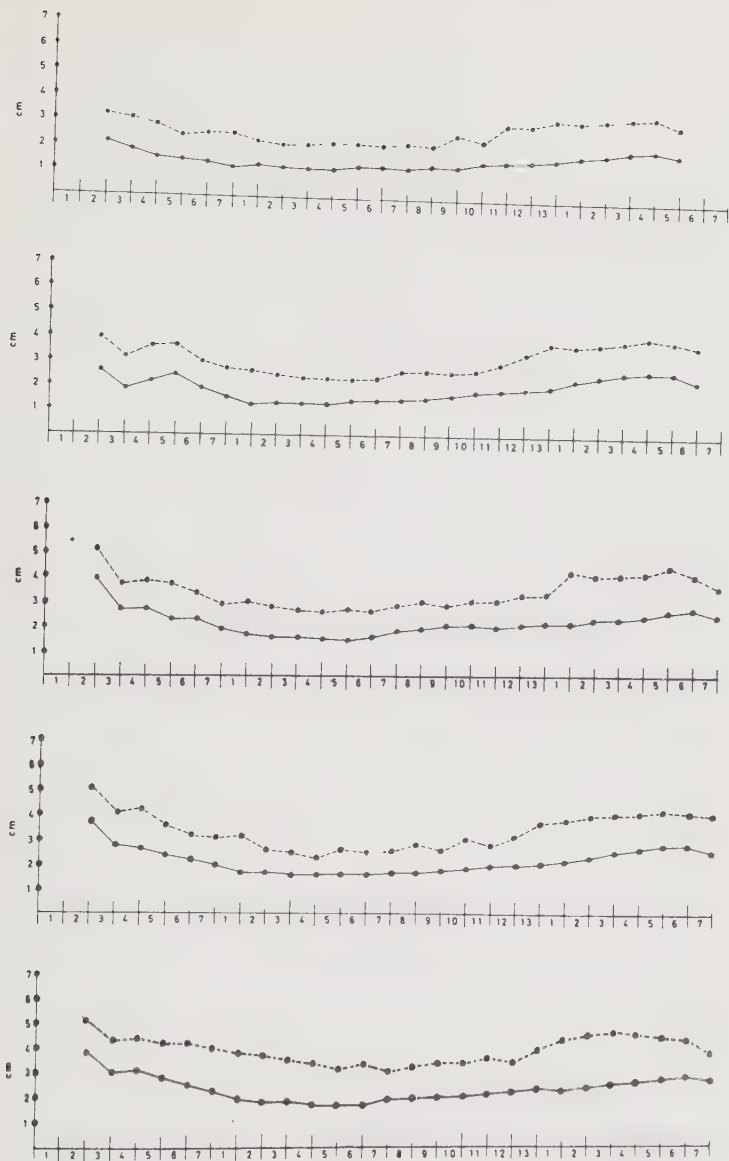


Abb. 8

Hund 1 - 5

----- = h-lat. rechts

- - - - = d-vert. rechts

Eines jedoch scheint von Bedeutung zu sein, daß nämlich die schon bei der Besprechung der einzelnen Kurven der Gelenkflächen gefundene Inkongruenz zwischen deskriptiver Regioneneinteilung und gefundener Meßeinteilung auch hier anzutreffen ist. Zwar kann hier nicht ein exakter Wirbel oder ein Wirbelgelenk angegeben werden, wo ein Plateau beispielsweise aufhört, aber es läßt sich doch die Tendenz der Gelenkflächenkurven auch in den Kurven der Wirbelkörperhöhe und der vertikalen Abstände wiederfinden.

Bemerkenswert erscheint weiter die Tatsache, daß in allen Kurven bis etwa Th 11/12 eine annähernde Parallelität zwischen der Wirbelkörperhöhe und dem vertikalen Abstand der Gelenkflächen gefunden wurde. Dieser Parallelverlauf hört dann auf, um erst am Ende der vermessenen Wirbelsäulen - wenn man die Verlaufs-tendenz so deuten kann - wieder einzutreten. Besonders augenfällig ist dieses Abweichen der Abhängigkeit von der Wirbelkörperhöhe bei den Hunden 3 und 5.

H o r i z o n t a l e G e l e n k f l ä c h e n - a b s t ä n d e

Bei den graphischen Darstellungen der oberen und unteren äußersten Abstände zwischen den Gelenkflächen (Abb. 9) fällt auf, daß zunächst eine fast identische Verlaufsform von oberem queren Abstand und unterem queren Abstand vorhanden ist. Der einzelne Wirbel für sich betrachtet hat also annähernd gleiche Abstände zwischen den oberen beiden Gelenkflächen und den unteren beiden Gelenkflächen.

Die Verlaufsform der Gesamtkurve läßt jedoch erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Wirbeln erkennen. So stellen die ersten beiden Brustwirbel gewissermaßen einen Übergang dar zu den erheblich geringeren queren Abständen der Gelenkflächen im Brustbereich. Die fast kongruenten geringen Abstände oben und unten halten in gleichem Maße einheitlich bis Th 13 an. Ab L 1 nehmen die Kurven wieder einen leicht ansteigenden Verlauf, d.h. die queren Abstände werden wieder größer. Dieser Verlauf ab L 1 erlaubt jedoch nicht, eine Einteilung dieser Kurven zu treffen.

Eine Übereinstimmung zwischen morphologisch-deskriptiver Regioneneinteilung läßt sich auch bei der Darstellung der oberen und unteren queren Abstände nicht treffen. Eine Einteilung könnte hier bei Th $3/4$ gemacht werden.

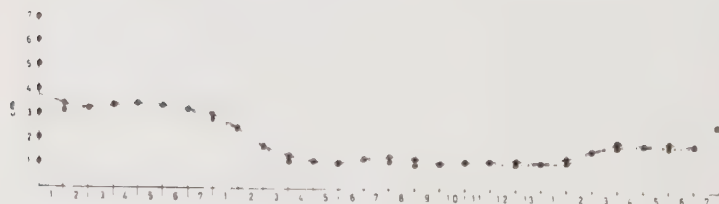
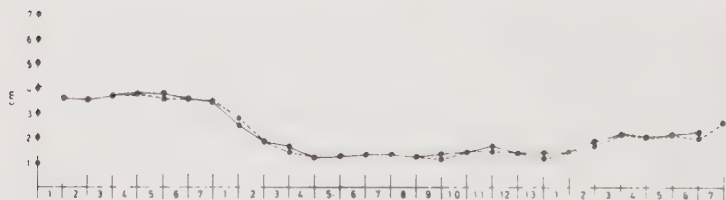
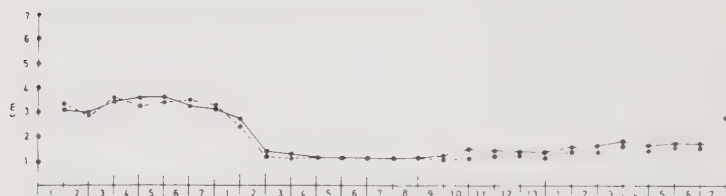
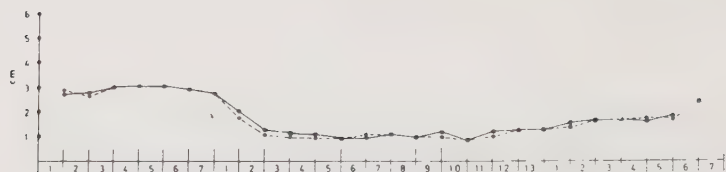


Abb. 9 Hund 1 - 5

— = horiz. oben

- - - = horiz. unten

B e s p r e c h u n g a l l e r K u r v e n

Vorausgeschickt sei an dieser Stelle, daß keine Aussagen getroffen werden können bezüglich der statisch-dynamischen Funktion der Wirbelsäule. Zu diesem Zweck hätten die Bandverbindungen mit eingezeichnet werden müssen. Es ist daher im Rahmen unseres Untersuchungsgutes nur möglich, gefundene Ähnlichkeiten oder Abweichungen der gemessenen Wirbel-Parameter aufzuzeigen.

Bei unserem Untersuchungsgut fiel bei allen Kurvenverlaufsformen auf, daß die Regioneneinteilung der Wirbelsäule in Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule sich nicht wiederfinden ließ.

Die Darstellung der Gelenkflächengrößen ließ bei allen fünf Hunden die morphologisch signifikante Übergangsstelle C 6/7 auch in den Kurvenverläufen finden. Dieselbe Stelle C 6/7 findet sich auch in den Kurven der oberen und unteren queren Abstände der Gelenkflächen wieder. An dieser Stelle findet sich ein Übergang von großen queren Abständen zu kleinen Abständen im Brustbereich, die bis Th 9/10 anhalten, um dort allmählich größer zu werden.

Die gleiche Stelle Th 9/10 findet sich in der Darstellung der Gelenkflächengrößen wieder, wo die Differenzen zwischen den korrespondierenden Gelenkflächen wieder erheblich größer werden.

Auch die anderen Parameter zeigen in der Tendenz eine Verlaufsform, die von den morphologisch signifikanten Übergangsstellen bei C 6/7 und Th 9/10 bestimmt wird.

Die Gestalt des Wirbels bestimmt den Kurvenverlauf aller gemessenen Wirbelkenngößen. Zusammen mit dem übrigen Halteapparat ist die Form der wesentliche Faktor für die statisch-dynamische Gesamtfunktion.

Wir können also mit der nötigen Vorsicht, wegen der an sich geringen Zahl des Untersuchungsgutes - feststellen, daß die knöcherne Wirbelsäule in den für die Gelenkung wesentlichen Parametern beim Hunde zwei signifikante Stellen aufweist, nämlich bei C 6/7 und bei Th 9/10.

IV. STATISTISCHE AUSWERTUNG

Für die statistische Auswertung der anatomischen Kenngrößen der Hundewirbel wurden die Wirbelsäulen 2 bis 5 verwendet, da Hund 1 als Varietät nur sechs Lendenwirbel hatte. Atlas und Epistropheus wurden wegen der Besonderheit des Kopfgelenks nicht in die Auswertung einbezogen.

Um die Beziehungen der anatomischen Kenngrößen der Wirbel untereinander zu untersuchen, wurde für jede Seite einer Wirbelsäule eine Korrelationsmatrix erstellt.

Die Zahl von vier Hundewirbelsäulen erscheint recht gering, dennoch wurde für jede Seite der Wirbelsäulen eine Faktorenanalyse modellmäßig durchgerechnet. Die Rechnungen wurden mit dem Programm Hauptfaktorenanalyse (Programmbibliothek des Institut für Medizinische Statistik und Dokumentation, Mainz) mittels EDV durchgeführt.

K o r r e l a t i o n e n

Um die Zusammenhänge zwischen den sechs gemessenen Wirbelkenngrößen zu untersuchen, wurde für jede Wirbelsäulenseite eine Korrelationsmatrix erstellt (Abb. 10 und 11).

Für die Rechnungen wurden die Meßwerte der sechs Variablen (horiz. o., horiz. u., d-vert., h-lat., Fl. o., Fl. u.) von jeweils 25 Wirbeln eingelesen; dementsprechend bedeutet ein Korrelationskoeffizient von $r \geq 0,396$ eine auffällige Korrelation und von $r \geq 0,505$ eine signifikante Korrelation.

Abb. 10

	horiz. u.	horiz. o.	horiz. u.	d-vert.	h-lat.	Fl. o.	
	874 953 915 941						Hund 2 3 4 5
d-vert.	328 175 320 522	466 310 467 604					Hund 2 3 4 5
h-lat.	270 309 412 602	459 485 583 742	949 878 937 820				Hund 2 3 4 5
Fl. o.	522 424 565 520	584 518 601 619	818 790 789 829	779 719 766 776			Hund 2 3 4 5
Fl. u.	553 379 501 543	699 537 634 683	752 716 753 665	701 767 804 835	780 764 868 837		Hund 2 3 4 5

Korrelationskoeffizienten (linke WS-Seite)

In den Abbildungen 10 und 11 wurden der Übersichtlichkeit halber die sich entsprechenden Korrelationskoeffizienten aller Hunde zusammengestellt. Da sich r immer zwischen $+1$ und -1 bewegt, wurde darauf verzichtet, jedesmal 0, ... zu schreiben; so ist z. B. 557 als 0,557 zu verstehen.

Ergab sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen je 2 Variablen gleichzeitig bei allen Hundewirbeln, so wurden die entsprechenden r umrandet. War der Zusammenhang zwischen 2 Variablen bei einigen Tieren signifikant und bei den anderen auffällig oder bei allen auffällig, so wurden die entsprechenden r gestrichelt umrandet.

Im einzelnen bestehen signifikante Zusammenhänge rechts und links zwischen dem oberen und unteren queren Abstand der Gelenkflächen (horiz. o. und horiz. u.). Der vertikale Abstand zwischen den Gelenkflächen (d-vert.) korreliert signifikant rechts und links mit der lateralen Wirbelkörperhöhe (h-lat.) und mit der oberen und unteren Gelenkfläche (Fl. o. und Fl. u.). Diese beiden Flächen korrelieren signifikant miteinander und weisen einen signifikanten Zusammenhang mit der lateralen Wirbelkörperhöhe auf.

Den gestrichelt umrandeten auffälligen Korrelationen darf keine hohe Aussagekraft zugeschrieben werden. Für den Zusammenhang zwischen den gleichen Variablen ergeben sich in diesen Fällen sowohl beim Seitenvergleich bei einem Tier als auch zwischen den Tieren recht erhebliche Unterschiede in den berechneten Korrelationskoeffizienten, so daß man in diesen Fällen für eine verbindliche Aussage eine größere Zahl von Wirbelsäulen analysieren müßte.

Hauptfaktorenanalyse

Nach ÜBERLA (1971) ist das Hauptziel der Faktorenanalyse die Ableitung hypothetischer Faktoren aus einer Menge beobachteter Variablen. Die Faktorenanalyse geht davon aus, daß viele meßbare "Vordergrundvariablen" von wenigen nicht meßbaren "Hintergrundvariablen" beeinflußt werden.

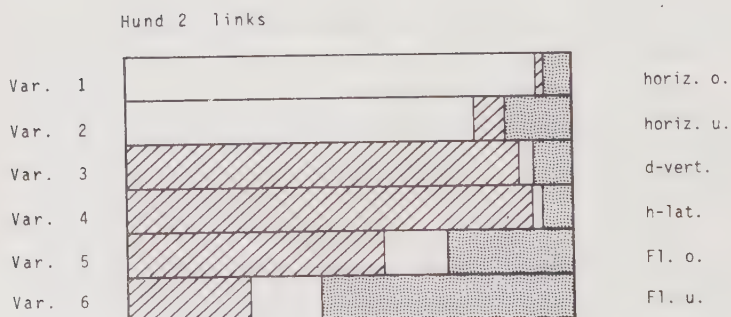
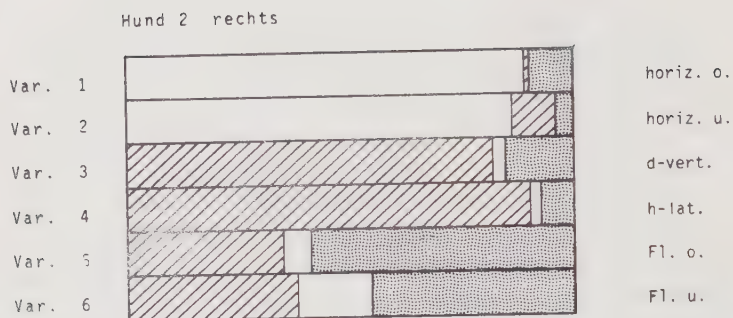
Die Ergebnisse der Faktorenanalyse sind in Anlehnung an ÜBERLA in den Abbildungen 12 bis 15 zusammengefaßt. In vorliegendem Fall führten die Rechnungen auf zwei "Hintergrundfaktoren", von denen die Varianz des ersten Faktors schraffiert und die Varianz des zweiten Faktors weiß dargestellt wurden.

Setzt man die Varianz der einzelnen Variablen gleich 100 %, so läßt sich leicht erkennen, wieviel Prozent der Varianz einer Variablen durch einen Faktor bestimmt wird. Die grauen Felder stehen für die durch den ersten oder zweiten Faktor nicht erklärbare Varianz dieser Variablen.

Alle Abbildungen zeigen unabhängig von der Seite ein annähernd gleiches Bild.

Die Varianz des oberen und unteren queren Abstandes der Gelenkflächen wird in allen Fällen in einem sehr hohen Prozentsatz vom zweiten Faktor bestimmt. Die Varianz des vertikalen Gelenkflächenabstandes erklärt sich vorwiegend aus dem Einfluß des ersten Faktors.

Bei den Hunden 2 und 4 wird die laterale Wirbelkörperhöhe hauptsächlich vom ersten Faktor erklärt, wogegen bei den Hunden 3 und 5 die Varianz dieser Variablen in mehr als 50 % nicht durch den Faktor 1 und 2 erklärt werden kann. Noch ausgeprägter wird dieser durch



Varianz des ersten Faktors



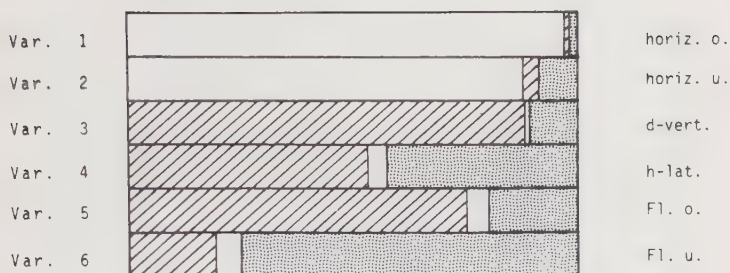
Varianz des zweiten Faktors



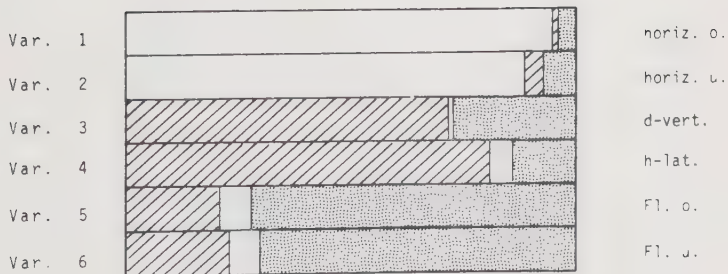
Varianz des Einzelrestfaktors

Abb. 12

Hund 3 rechts



Hund 3 links



Varianz des ersten Faktors



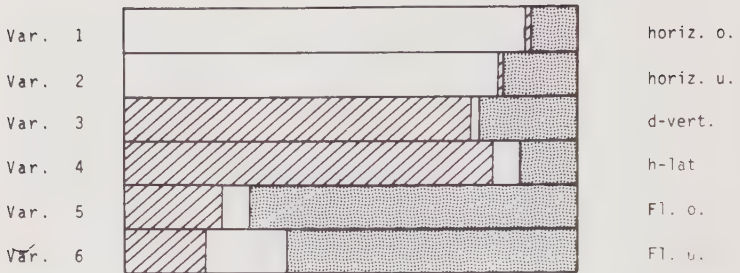
Varianz des zweiten Faktors



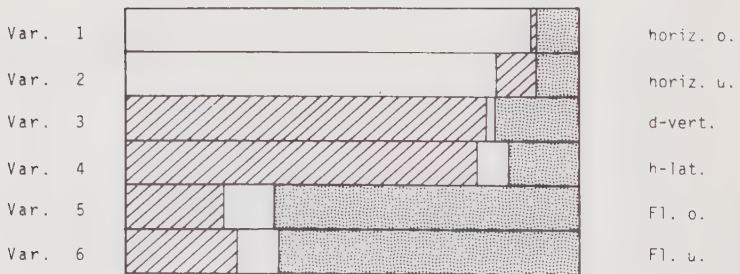
Varianz des Einzelrestfaktors

Abb. 13

Hund 4 rechts



Hund 4 links



Varianz des ersten Faktors



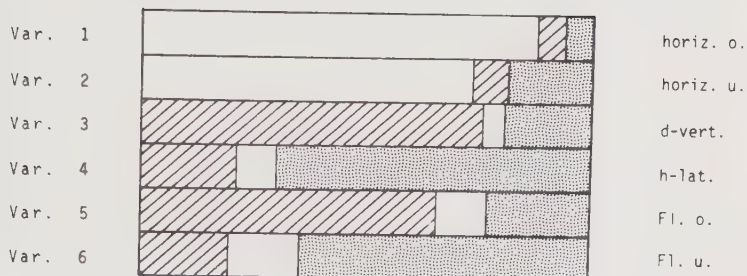
Varianz des zweiten Faktors



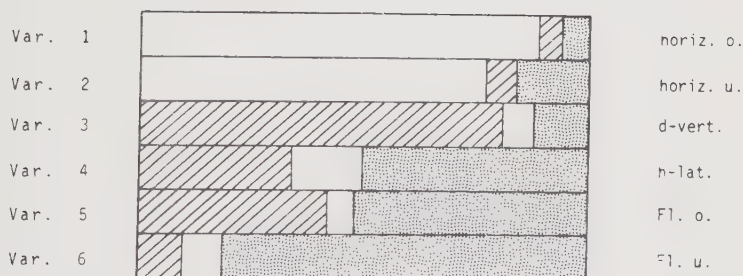
Varianz des Einzelrestfaktors

Abb. 14

Hund 5 rechts



Hund 5 links



Varianz des ersten Faktors



Varianz des zweiten Faktors



Varianz des Einzelrestfaktors

Abb. 15

die Faktoren 1 und 2 nicht erklärbare Varianzanteil bei der 6. Variablen - der unteren Gelenkfläche - , bei der die durch die beiden Faktoren nicht hinreichend erklärbare Varianz über 20 % beträgt.

B e s p r e c h u n g d e r s t a t i s t i s c h e n A u s w e r t u n g

Bei der graphischen Darstellung der oberen und unteren Gelenkflächenabstände (Abb. 9) fällt der fast parallele Verlauf beider Kurven auf; dies erklärt auch den signifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen beiden Parametern. Desgleichen zeigt die Abbildung 8 einen annähernd parallelen Verlauf der Kurven des vertikalen Gelenkflächenabstandes und der lateralen Wirbelkörperhöhe. Auch dieser schon graphisch gefundene Zusammenhang wird rechnerisch durch signifikante Korrelationskoeffizienten bestätigt.

Die Gelenkflächen weisen in den graphischen Darstellungen (Abb. 2 - 6) abgesehen vom Lendenbereich einen gleichartigen Verlauf auf. Rechnerisch ergibt sich zwischen diesen Flächen untereinander und zwischen diesen Flächen und dem vertikalen Gelenkflächenabstand sowie der lateralen Wirbelkörperhöhe eine signifikante Korrelation.

Die Faktorenanalyse zeigt, daß die untere Fläche durch keine der beiden extrahierten Faktoren ausreichend bestimmt wird. Das gilt auch für die obere Fläche, die aber in etwas stärkerem Maße als die untere Fläche durch den Faktor 1 bestimmt wird. Aber auch hier ist die Varianz des Einzelrestfaktors sehr hoch. Man kann also annehmen, daß die Faktoren, die die Ausprägung der Gelenkflächen bestimmen, keinen starken Einfluß auf die Variablen oberer und unterer querer Gelenk-

flächenabstand (horiz. o. und horiz. u.) haben, da diese vorwiegend durch den Faktor 2 bestimmt sind, und auf den vertikalen Gelenkflächenabstand (d-vert.), der durch den Faktor 1 geprägt ist. Die laterale Wirbelkörperhöhe (h-lat.) wird mit Ausnahme von Tier 5 ebenfalls durch den Faktor 1 beeinflusst.

Welche realen physiologischen Gegebenheiten sich in den Faktoren 1 und 2 ausdrücken, läßt sich nicht sagen.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Mittels einer Abdruckmethode wurden die Intervertebralgelenkflächengrößen von fünf Deutschen Schäferhunden bestimmt, die gefundenen Werte durch morphometrisch ermittelte Wirbelkörper- und Gelenkfortsatzabstandsgrößen ergänzt. Die Meßergebnisse wurden statistisch ausgewertet. Die wichtigsten Untersuchungsergebnisse sind wie folgt zusammenzufassen:

1. Die Diagramme der Einzelergebnisse sowohl der Flächen als auch der vier Wirbelkenngrößen entsprechen in ihrem Verlauf nicht der klassisch-deskriptiven Regioneneinteilung der Wirbelsäule.
2. Die morphologisch signifikanten Übergangsstellen C 6/7 und Th 9/10 lassen sich in allen graphischen Darstellungen nachweisen.
3. Nur im Brustbereich entsprechen sich die korrespondierenden Gelenkflächen, während sie im Hals- und Lendenbereich stark differieren.
4. Von den sechs gemessenen Variablen werden vier Variable (d-vert., h-lat., horiz. o. und horiz. u.) in ihrer Varianz in hohem Maße von zwei hypothetischen Faktoren bestimmt (Faktorenanalyse).
5. Die Gelenkflächen zeigen signifikante bzw. auffällige Zusammenhänge mit den Variablen d-vert., h-lat. und horiz. u.
6. Bei der Faktorenanalyse ergibt sich, daß die beiden Faktoren, die die Varianz der Variablen d-vert., h-lat., bzw. horiz. o. und horiz. u. weitgehend erklären, nur einen geringen Einfluß auf die Variabilität der Gelenkflächen ausüben. Die Varianz der Gelenkflächen wird weitgehend durch Einzelrestfaktoren bestimmt.

VI. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

- ADOLPHI, H.: Über die Wirbelsäule und den Brustkorb zweier Hunde. Morph. Jb. 27, 300 - 307 (1899)
- FICK, R.: Handbuch der Anatomie und Mechanik der Gelenke. 3. Teil: Spezielle Gelenk- und Muskelmechanik. Jena 1911
- NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Bd. I: Bewegungsapparat. Berlin und Hamburg 1954
- ROMER, A. S.: Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. Hamburg und Berlin 1959
- STOFFT, E.: Flächengrößen der Intervertebralgelenke bei Mensch und Tier. Anat. Anz. 130 (Ergh.), 489 - 497 (1971)
- STOFFT, E. und G. MÜLLER: Eine vergleichende Analyse der Intervertebralgelenkflächen. Anat. Anz. 128 (Ergh.), 355 - 363 (1971)
- ÜBERLA, K.: Faktorenanalyse. 2. Aufl., Berlin, Heidelberg und New York 1971

Den Herren Direktoren des Anatomischen Institutes,
Herrn Prof. Dr. M. Watzka und Herrn Prof. Dr. A. Mayet,
danke ich für die Bereitstellung eines Arbeitsplatzes
im Anatomischen Institut.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. G. Müller
für die Überlassung des Themas und die vielfältigen
Anregungen.

Herrn Dr. E. Stofft danke ich für die wertvolle
Beratung in methodischen Fragen.

Herrn Prof. Dr. Berger möchte ich für die Unterstützung
bei der Abfassung des statistischen Teils danken.

L E B E N S L A U F

Am 21. Juni 1945 wurde ich, Klaus-Delev Wolfgang Gierke, in Halle/Saale als Sohn des Reichsbahnbeamten Wolfgang Gierke und seiner Ehefrau Margot, geb. Feigler, geboren.

Ich besuchte die Grundschule in Speyer, die Höhere Schule in Speyer, Neustadt/Wstr. und Koblenz, wo ich 1966 meine Reifeprüfung ablegte.

Von 1967 bis 1972 studierte ich in Mainz Medizin. Im Dezember 1972 legte ich das Staatsexamen mit "Sehr gut" ab.

Vom 15. Dezember 1972 bis 15. April 1973 war ich am Anatomischen Institut Mainz als Medizinalassistent beschäftigt.

Seit 1969 bin ich mit der Kunsterzieherin Sybille Gierke verheiratet.

